

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Gebrauchsmusterschrift**
⑩ **DE 299 08 370 U 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
H 05 K 7/20
H 02 B 1/56

②1 Aktenzeichen:	299 08 370.5
②2 Anmeldetag:	11. 5. 99
④7 Eintragungstag:	30. 9. 99
④3 Bekanntmachung im Patentblatt:	4. 11. 99

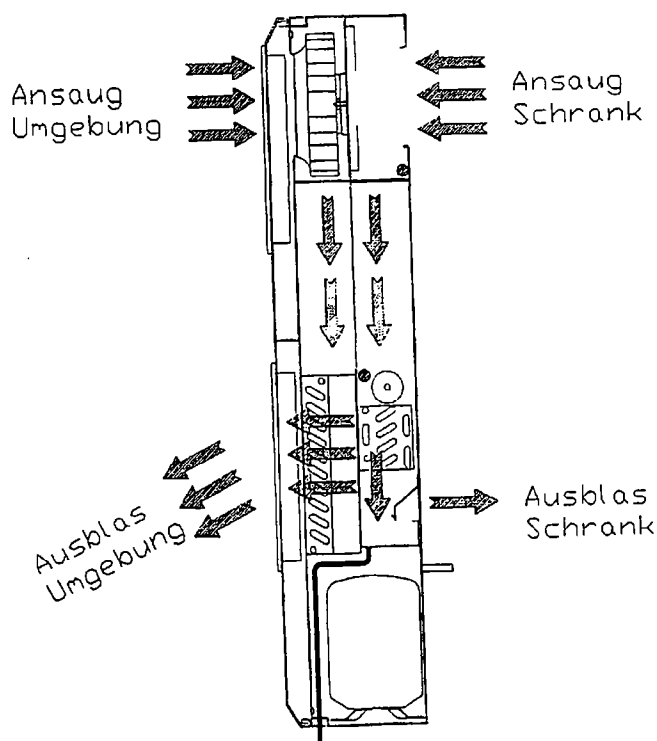
⑥5 Innere Priorität:
198 21 440. 5 13. 05. 98

⑦3 Inhaber:
Bader Engineering GmbH, 89250 Senden, DE

⑦4 Vertreter:
Dr. Weitzel & Partner, 89522 Heidenheim

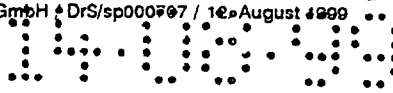
⑤4 Vorrichtung zum Kühlen eines Schalt- oder Steuerschranks

⑤7 Vorrichtung zum Kühlen eines Schalt- oder Steuerschranks;
1.1 mit einem Luft-Luft-Kühlsystem ("passives Kühlsystem"), umfassend einen ersten Lüfter zum Ansaugen eines Luftstromes aus dem Schrank sowie einen Wärmetauscher;
1.2 mit einem thermodynamischen Kühlsystem ("aktives Kühlsystem"), umfassend einen Verdichter, einen Verflüssiger, einen Sammler/Trockner, ein Expansionsventil, einen Verdampfer sowie einen zweiten Lüfter zum Ansaugen eines zweiten Luftstromes aus der Umgebung; der Wärmetauscher ist den beiden Lüftern nachgeschaltet.



DE 299 08 370 U 1

DE 299 08 370 U 1



Vorrichtung zum Kühlen eines Schalt- oder Steuerschranks

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Kühlen eines Schalt- oder Steuerschranks. Solche Steuerschränke enthalten elektrische oder elektronische Geräte oder Baugruppen, die beim Betrieb Wärme erzeugen. Zur Vermeidung von Schäden muß dafür gesorgt werden, daß der Innenraum des Schrankes eine gewisse Höchsttemperatur nicht überschreitet. Darüberhinaus ist es häufig erforderlich, den Innenraum auf einem gleichmäßigen Temperaturniveau zu halten.

10

Das Problem wird dann gravierend, wenn die Umgebungstemperatur hoch ist. Dies kann saisonal bedingt sein. Doch kann die Umgebungstemperatur auch ständig hoch sein, etwa in Industrieanlagen, in denen beispielsweise durch Kraft- oder Arbeitsmaschinen ständig hohe Temperaturen herrschen.

15

Zum Kühlen von Schaltschränken der genannten Art werden u.a. sogenannte passive Klimageräte eingesetzt - sogenannte Luft-Luft-Klimageräte. Dabei wird die erwärmte Luft aus dem Innenraum des Schrankes mittels eines Lüfters abgesaugt, durch einen Wärmetauscher hindurchgeführt, im allgemeinen einen Luft-Luft-Wärmetauscher hindurchgefördert, und schließlich wieder auf einen niedrigeren Temperaturwert gekühlt in den Schrank eingeführt. Solche Vorrichtungen arbeiten so lange zufriedenstellend, als keine extremen Umgebungstemperaturen auftreten, und die Anforderungen an eine gleichmäßige Temperatur im Innenraum des Schrankes nicht allzu hoch sind. Die Schaltschranktemperatur hat bei dieser Art der Kühlung je nach Wärmeeinfall eine Temperatur, die bis zu 20 - 30 °C über der Raumtemperatur liegt. Vorrichtungen dieser Art sind einfach im Aufbau, kostengünstig in der Anschaffung und verursachen außer gelegentlichen Wartungsarbeiten keine Betriebskosten.

30

Für höhere Anforderungen sind Klimageräte notwendig, die man als "aktiv" bezeichnen könnte. Diese arbeiten mit einem flüssigen Kältemittel nach dem bekannten linksdrehenden Carnot-Prozeß. Dabei wird gasförmiges Kältemittel von einem Verdichter angesaugt und komprimiert. Sodann wird es in einem Verflüssiger verflüssigt. Es folgt ein Trockner/Sammler. Sodann wird das flüssige Kältemittel in einem Expansionsventil entspannt. Schließlich wird die nunmehr sehr niedrige Temperatur des Kältemittels in einem Verdampfer dazu genutzt, Wärme der Umgebung zu entziehen, im vorliegenden Falle dem betreffenden Schaltschrank.

10

Mit solchen Kühlvorrichtungen lassen sich praktisch beliebig niedrige Temperaturen erzielen. Auch läßt sich ein bestimmtes Temperaturniveau durch Einsatz von Reglern über längere Zeiträume hinweg einstellen. Die Anschaffungskosten sind höher als bei einer passiven Kühlvorrichtung, lassen sich jedoch häufig aufgrund der gehobenen Anforderungen nicht vermeiden. Außerdem benötigen Geräte dieser Art zu ihrem Betreiben etwa 10 mal soviel elektrische Energie, wie Luft-Luft-Klimageräte, was sich in Betriebskosten niederschlägt, die ganz erheblich sein können.

20

Ein Beispiel für eine aktive Kühlvorrichtung ist in DE 44 13 128 beschrieben. Ein Beispiel für eine passive Kühlvorrichtung ist in DE 196 41 552 C1 beschrieben.

25

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Kühlvorrichtung anzugeben, die zum Kühlen eines Schalt- oder Steuerschranks geeignet ist, die hohen Anforderungen entspricht, insbesondere bei wechselnden Umgebungstemperaturen, die aber verhältnismäßig niedrige Betriebskosten hat.

30

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst.

5

10

15

20

25

30

Fig. 5 ist eine weitere schematische Schnittansicht des Kombigerätes gemäß Fig. 2, wobei die Schaltschrankseite und die Umgebungsseite gegenüber der Darstellung gemäß Fig. 2 vertauscht sind.

Das Kombinationsgerät ist wie folgt aufgebaut:

5 Das Luft-Luft-Klimagerät LLK ist durch die Montage einer Verdampferwanne 1a im Gehäuse 1 hermetisch in zwei Kammern geteilt. Eine erste Kammer (Innenkreislauf Schrank) beinhaltet einen Innenlüfter 9, einen Luft-Luft-Wärmetauscher 10, zwei Temperaturfühler 14, 15, ein Expansionsventil 13 sowie die Verschraubung mit einem Kondenswasser-Ablaufschlauch 6.

10 Eine zweite Kammer (Außenkreislauf) beinhaltet einen Außenlüfter 8, einen Luft-Luft-Wärmetauscher 10, einen Verflüssiger 11, einen Verdichter 7, einen Kondensatablauf 6 und eine Regelplatine 16. Der Außenkreislauf wird durch folgende Anbauteile zur Umgebung begrenzt: einen seitlichen Deckel 1b, einen Deckel mit umlaufender Dichtung 2 und einer Haube 3 mit integrierten Luftleitgittern 4, 5.

15 Die Bauteile Verdichter, Pressostat, Verflüssiger, Sammler, Trockner, Expansionsventil, Verdampfer sind Komponenten des (aktiven) Kältekreislaufes.

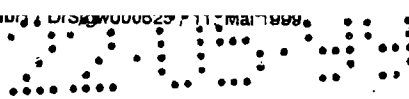
20 Der Luft-Luft-Wärmetauscher besteht aus einem Verbund mit Aluminium-Profilteilen.

Wie man insbesondere aus Fig. 1 erkennt, gibt es die folgenden Luftkreisläufe:

25

Innenkreislauf

30 Die warme Luft im Schrank wird mittels Innenlüfter 9 abgesaugt und durch den Luft-Luft-Wärmetauscher 10 und den Verdampfer 12 gedrückt. Sie verläßt das LLK durch den Ausblassechlitx wieder in den Schrank.



Außenkreislauf

Die kühlere Umgebungsluft wird mittels Außenlüfter 8 durch das Ansauggitter 4 (eventuell mit Filter) angesaugt und durch den Luft-Luft-Wärmetauscher 10 und den Verflüssiger 11 gedrückt. Sie verläßt das LLK durch das Ausblasgitter 5 und wird dadurch schräg nach unten abgelenkt.

Der passive Teil des Kombigerätes, somit das Luft-Luft-Klimagerät, arbeitet wie folgt:

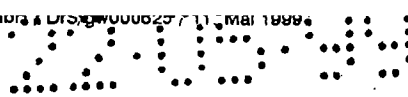
Durch Aneinanderreihen von Aluminium-Profilteilen ist ein Wärmetauscher-Paket 10 mit zwei voneinander luftdicht getrennten Kammern mit Aluminium-Lamellen gebildet.

Diese zwei getrennten Kammern werden einerseits mit Luft aus der Umgebung und andererseits mit Luft aus dem Schrank mit Hilfe von Lüftern durchströmt.

Durch den Temperaturunterschied der beiden Luftvolumenströme wird ein Wärmeaustausch bewirkt. Dies wird genutzt, um die Luft aus dem Schrank mit höherer Temperatur abzukühlen. Gleichzeitig wird die Umgebungsluft erwärmt und wieder an die Umgebung abgegeben.

Die Nutzkühlleistung dieser Art der Kühlung hängt sowohl von der Form und Anzahl der Lamellen und dem Luftvolumenstrom als auch von der bestehenden Temperaturdifferenz zwischen der Umgebungsluft und der Schrankluft ab.

In der Praxis bedeutet dies, bei der Annahme einer konstanten Verlustleistung durch elektrische Bauteile im Schrank, eine im Verhältnis zum Anstieg der Umgebungstemperaturen ansteigende Schranktemperatur. Dies ist bezüglich



der Lebensdauer teurer Elektronik im Schaltschrank unerwünscht bzw. bei zu hoher Temperatur nicht tragbar. Zu diesem Zeitpunkt muß der aktive Teil des Kombigerätes zugeschaltet werden.

5 Der aktive Teil des Gerätes arbeitet wie folgt:

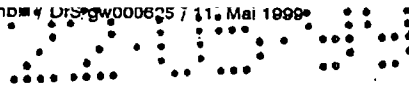
Das Kältemittel R134a zirkuliert im luftdicht geschlossenen Kreislauf durch die o.a. Bauteile. Dabei durchläuft es verschiedene Aggregatzustände von flüssig über Gemisch flüssig-gasförmig und gasförmig, nimmt dabei Wärme auf und
10 gibt sie wieder an definierter Stelle ab.

Im Einzelnen:

Im Sammler/Trockner sammelt sich das Kältemittel im flüssigen Zustand und kann darin seine Volumenänderung ausgleichen. Das integrierte
15 Trocknungssystem ist sehr wichtig, da sich im Kreislauf keine Feuchtigkeit absetzen darf, was zum einen leistungsmindernd und zum anderen zu Beeinträchtigungen der Funktion führen kann.

Der Druck und dadurch die spezifische Temperatur sind in diesem Teil der
20 Anlage relativ hoch (10 bis 17 bar).

Das flüssige Kältemittel wird im Expansionsventil 13 gedrosselt und durch den Druckabfall auf ca. 4 bar (entspricht einer Temperatur von ca. 7 bis 10° C) in einen Mischzustand gasförmig-flüssig gebracht. Diese relativ niedrige
25 Temperatur wird im Verdampfer 12 genutzt, um der Umgebung (bzw. dem Schaltschrank) Wärmeenergie zu entziehen. Das Expansionsventil 13 ist mit einem Temperatur-Fernfühler am Ausgang des Verdampfers verbunden und läßt nur soviel Kältemittel in den Verdampfer einspritzen, daß es zu 100% verdampft. Eine sogenannte Überhitzung von 2 bis 4° Kelvin ist zwar
30 leistungsmindernd aber notwendig, um am Ausgang des Verdampfers 12



dampfförmiges Kältemittel zu garantieren. Der Druck in diesem Teil des Kreislaufes ist annähernd dem Druck hinter dem Expansionsventil 13.

5 Das gasförmige Kältemittel wird vom Verdichter 7 angesaugt und auf den sogenannten Verflüssigungsdruck von 10 bis 17 bar komprimiert. Dieses Heißgas wird im Verflüssiger 11 bei konstantem Druck und durch Wärmeabgabe an die Umgebung wieder in den flüssigen Zustand versetzt und gelangt dann wieder in den Trockner/Sammler. Damit ist der Kreislauf geschlossen.

10

Um den Wärmeaustausch am Verdampfer 12 bzw. Verflüssiger 11 zu unterstützen, werden Lüfter 8, 9 eingesetzt.

15

Dieser Kältemittelkreislauf kann durch den linksläufigen Carnot-Prozeß annähernd beschrieben werden.

20

Bei dem beschriebenen Kombigerät werden beide Arten der Wärmeübertragung zur Schaltschrankkühlung genutzt. Dabei übernehmen sowohl für die Luft-Luft- als auch für den Kältemittelbetrieb zwei Lüftern 8, 9 den Transport der Luft zum Wärmeaustausch.

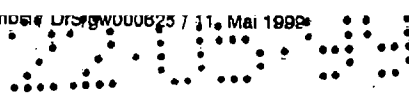
25

Dabei ist das Wärmetauscherpaket 10 für die Luft-Luft-Übertragung konstruktiv so angeordnet, daß die beiden Luftkreisläufe immer zuerst diesen Wärmetauscher durchströmen.

30

Sind optimale Voraussetzungen (d.h. niedere Umgebungstemperaturen) vorhanden, reicht die Nutzkühlleistung der Luft-Luft-Wärmeübertragung aus, die produzierte Wärme aus dem Schaltschrank abzuführen.

Steigende Umgebungstemperaturen vermindern die Leistung des Luft-Luft-Wärmetauschers und führen dazu, daß die Nutzkühlleistung allein durch diese



5 Komponente nicht mehr ausreicht, eine konstante Temperatur im Schaltschrank zu gewährleisten. Dadurch wird der Kältemittelkreislauf aktiviert und erhöht die geforderte Nutzkühlleistung. Der Kältemittelkreis bleibt solange aktiv, bis eine bestimmte Solltemperatur im Schaltschrank wieder erreicht wird.

10 Sind die Umgebungstemperaturen so hoch, daß die Leistung der Luft-Luft-Wärmeübertragung gegen Null geht, übernimmt der Kältemittelkreislauf die gesamte geforderte Nutzkühlleistung.

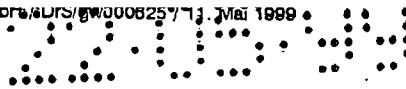
Übersteigen die Umgebungstemperaturen die Solltemperatur im Schaltschrank, muß der Kältemittelkreislauf zusätzlich die entgegenwirkende "Negativleistung" des Luft-Luft-Wärmetauschers kompensieren. Diese Kompensation kann bis zu 10% der Nominalleistung des Kühlgerätes erreichen.

Die Vorteile des erfindungsgemäßen Kombigerätes sind die folgenden:

20 Durch den Luft-Luft-Wärmetauscher 10 ist immer gewährleistet, daß sich die Luft vor Eintritt in den Verflüssiger 11 erwärmt und dadurch diesem Phänomen entgegenwirkt. D.h. durch diese Kombination ist das Kombigerät bei niederen Umgebungstemperaturen herkömmlichen Kältemittel-Kühlgeräten immer überlegen. Die Luft, die den Verflüssiger 11 anströmt, wird durch das Luft-Luft-Wärmetauscherpaket 10 abgekühlt. Dies hat zur Folge, daß der

25 zulässige Kondensationsdruck (begrenzt durch die Bauteile) in diesem Bereich immer niedriger liegt, als bei herkömmlichen Kältemittel-Kühlgeräten. Die Nutzkühlleistung im oberen Temperaturbereich der Umgebungsluft nimmt zwar vergleichsweise ab, der Betrieb bei höheren Umgebungstemperaturen ist aber gewährleistet.

30



Durch die Anwendung des Kombigerätes läßt sich gegenüber einem vergleichbaren, konventionellen Kältemittel-Kühlgerät eine Energieeinsparung von über 50% erzielen, wenn sich der Schaltschrank in einer Halle befindet. Befindet er sich im Freien, so sind sogar Energieeinsparungen von bis zu 90% erreichbar. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß die Aggregate, die Bestandteile des aktiven Teiles des Kombigerätes sind, eine höhere Lebensdauer haben, da sie nur etwa während eines Zehntels der Laufzeit eines herkömmlichen Gerätes betrieben werden müssen.

10 **Einsatz bei niedrigen Umgebungstemperaturen**

Beim Einsatz von Kompressor-Kühlgeräten ist darauf zu achten, daß die Umgebungstemperatur nicht zu niedrig ist, da sonst der Kältekreislauf (thermodynamischer Prozeß) zusammenbricht. Der Verflüssiger von Kälteanlagen wird konstruktiv bedingt immer der Umgebungstemperatur ausgesetzt. Fällt die Umgebungstemperatur unter 0°C, erhöht sich die Leistung des Verflüssigers, was dazu führt, daß sich der größte Teil des Kältemittels im Verflüssiger sammelt und dadurch dem Kühlkreislauf entzogen wird.

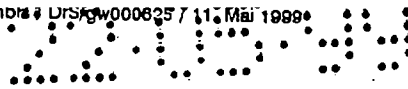
20

Um bei niedrigen Umgebungstemperaturen <0°C eine Nutzkühlleistung zu gewinnen, muß die Verflüssigertemperatur durch spezielle Technik auf einer bestimmten Mindesttemperatur gehalten werden, gleichzeitig ist aber darauf zu achten, daß eine Vereisung der Lamellen bei Verdampfungstemperaturen von kleiner -3°C die Leistung erheblich mindert.

25

Diese Tatsachen begrenzen den Einsatz von herkömmlichen Kältemittel-Kühlgeräten im Bereich niedriger Umgebungstemperaturen.

30 Das Luft-Luft-Kompressor-Kühlgerät hat dabei einen erheblichen Vorteil. Durch das Vorschalten des Luft-Luft-Wärmetauschers wird die Umgebungsluft



erwärmt (bei maximaler Leistung ca 10° K) und erst dann dem Verflüssiger zugeführt. Dadurch kann dieses Gerät vergleichbar mit herkömmlichen Geräten bei Umgebungstemperaturen, die um diese Temperaturdifferenz (ca. 10° K) niedriger sind, eingesetzt werden.

5

Einsatz bei hohen Umgebungstemperaturen

Beim Einsatz von hohen Umgebungstemperaturen ist der Einsatzbereich durch den maximal zulässigen Kondensationsdruck von 17 bis 21 bar beschränkt, was beim Kältemittel R134a einer Temperatur von 65 bis 70 °C entspricht.

10

Dadurch ist bei herkömmlichen Kältemittel-Kühlgeräten eine maximale Einsatztemperatur von ca. 55°C vorgegeben.

15

Beim erfindungsgemäßen Kombigerät wird durch den vorgeschalteten Luft-Luft-Wärmetauscher die Luft vor dem Eintritt in den Kondensator um ca. 5° K gekühlt, was theoretisch den Einsatzbereich ebenfalls um 5° K erhöht.

20

Notlaufeigenschaften

Ein nicht zu unterschätzender Vorteil der konstruktiven Lösung beim erfindungsgemäßen Kombi-Klimagerät ist die Tatsache, daß bei Außenaufstellungen (z.B. Mobilfunkstationen) eine Notlauf-Nutzkühlleistung beim Ausfall des Verdichters durch den Luft-Luft-Wärmetauscher gegeben ist.

25

Des weiteren können die zur "Notkühlung" relevanten Lüfter so ausgelegt werden, daß sie mit einer Gleichspannung von 24V betrieben werden. Dadurch kann die Spannung bei Ausfall des Netzes durch einfache Batterien zur Verfügung stehen.

30

Bei herkömmlichen Kältemittel-Kühlgeräten ist es gar nicht oder allenfalls kurzzeitig möglich, den Verdichter für den Notlauf mit der erforderlichen Energie bei Netzausfall zu versorgen.

5

Regelverhalten und Steuerung

Hauptbestandteil der Regelung und Steuerung ist die Regelplatine 16 mit den zwei Temperaturfühlern 14, 15.

10

Der Innenlüfter ist nach der Verbindung des LLK mit der Netzspannung immer in Betrieb.

15

Der Temperaturfühler 14 fühlt die Temperatur nach dem Ansaugen aus dem Schrank. Erreicht die Temperatur am Fühler 14 die Solltemperatureinstellung (z.B. 35°C), so wird der Außenlüfter 8 eingeschaltet. Falls die

20

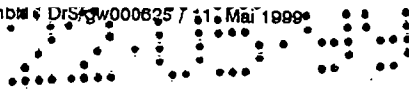
Umgebungstemperatur kleiner als die Solltemperatureinstellung ist, wird dadurch die Luft des Innenkreislaufes durch den Luft-Luft-Wärmetauscher 10 abgekühlt und verläßt das LLK in den Schrank. Die Luft im Außenkreislauf wird erwärmt und an die Umgebung abgegeben. Ist durch den Betrieb die Nutzkühlleistung größer als die Verlustleistung im Schrank, kühlt sich die Luft im Schrank ab und der Fühler 14 gibt der Regelplatine 16 das Signal zum Ausschalten des Außenlüfters 8. Ist die erforderliche Nutzkühlleistung größer als durch den Luft-Luft-Wärmetauscher 10 bereitgestellt werden kann, erwärmt sich die Luft im Schrank, übersteigt die Solltemperatureinstellung und

25

veranlaßt beim Erreichen der Solltemperatur + 5° K am Fühler 15 am Ausgang des Luft-Luft-Wärmetauschers 10 die Regelplatine 16, den Verdichter 7 einzuschalten. Durch den Betrieb des Verdichters 7 wird der Kältekreislauf gestartet und erhöht zusätzlich die zur Verfügung stehende Nutzkühlleistung.

30

Der Kältekreislauf wird solange aufrechterhalten, bis der Fühler 15 die Solltemperatur + 5° K erreicht hat. Um ein unzulässig häufiges Takten des

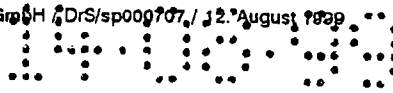


Verdichters 7 zu vermeiden, ist die Regelplatine 16 mit einer Anlaufverzögerung zur Steuerung des Verdichters 7 ausgestattet.

5 Des weiteren ist das Gerät mit einer Leistungsregelung durch Heißgasbeimischung in den Verdampfer ausgestattet (nicht dargestellt).

Die Vorteile des erfindungsgemäßen Kombigerätes lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- 10 Vielseitiger und umfassender Einsatzbereich;
konstante Nutzkühlleistung durch logische Verknüpfung der einzelnen Komponenten zur Wärmeübertragung und durch Leistungsregelung über Heißgas-Bypassbeimischung;
- 15 Notlaufeigenschaften durch Luft-Luft-Wärmetauscher;
beträchtliche Energieeinsparung;
geringe Geräuschemission bei Solobetrieb des Luft-Luft-Wärmetauschers.

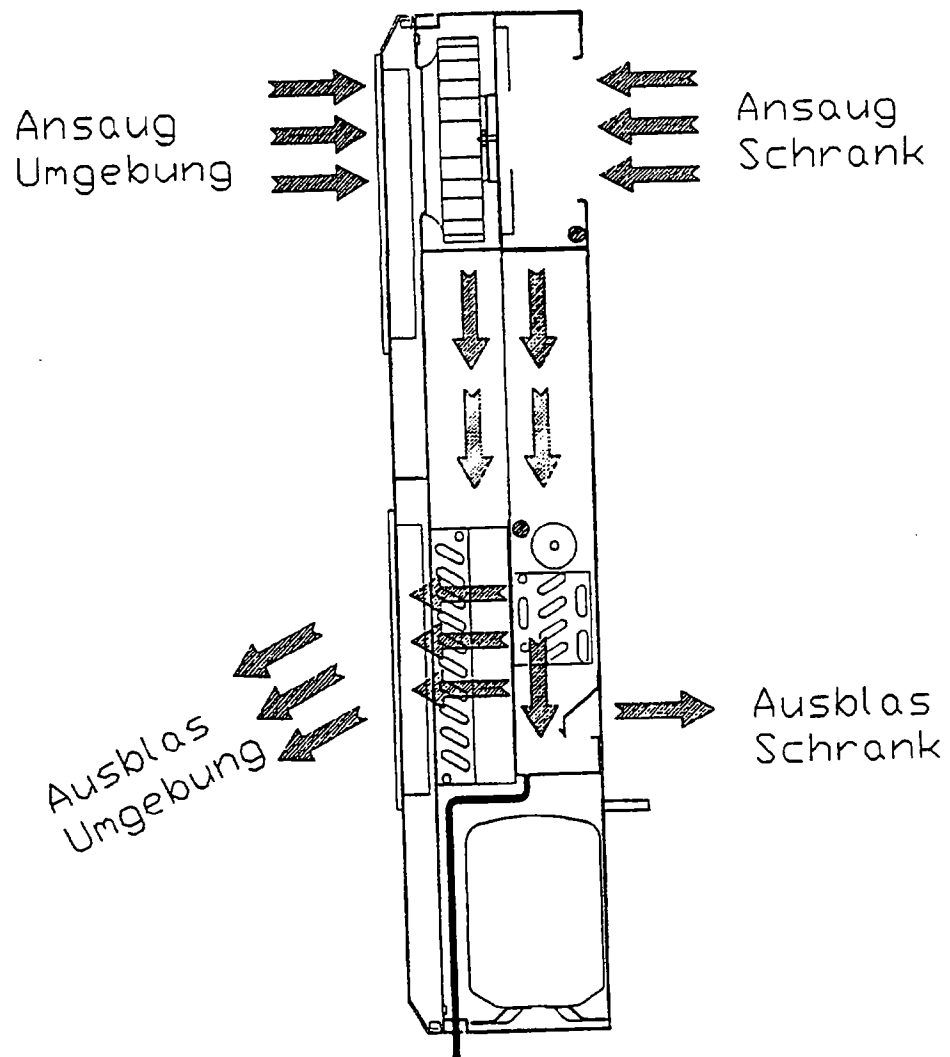


Ansprüche

1. Vorrichtung zum Kühlen eines Schalt- oder Steuerschranks;
 - 1.1 mit einem Luft-Luft-Kühlsystem ("passives Kühlsystem"), umfassend
5 einen ersten Lüfter zum Ansaugen eines Luftstromes aus dem Schrank sowie einen Wärmetauscher;
 - 1.2 mit einem thermodynamischen Kühlsystem ("aktives Kühlsystem"), umfassend einen Verdichter, einen Verflüssiger, einen
10 Sammler/Trockner, ein Expansionsventil, einen Verdampfer sowie einen zweiten Lüfter zum Ansaugen eines zweiten Luftstromes aus der Umgebung;
der Wärmetauscher ist den beiden Lüftern nachgeschaltet.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das
15 passive Kühlsystem ein Luft-Luft-Kühlsystem ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:
 - 3.1 es sind zwei Kammern vorgesehen, die aneinander grenzen;
 - 20 3.2 die erste Kammer enthält den ersten Lüfter (Innenlüfter), einen Teil des Wärmetauschers, einen Temperatursensor, das Expansionsventil;
 - 3.3 die zweite Kammer enthält den zweiten Lüfter (Außenlüfter), einen Teil des Wärmetauschers, einen Verflüssiger, einen Verdichter.
- 25 4. Vorrichtung nach Anspruch 3 dadurch gekennzeichnet, daß die erste Kammer baulich an den Schrank angeschlossen ist, während die zweite Kammer der freien Umgebung zugewandt ist.

22.05.99

Fig.1



220543

Fig.5

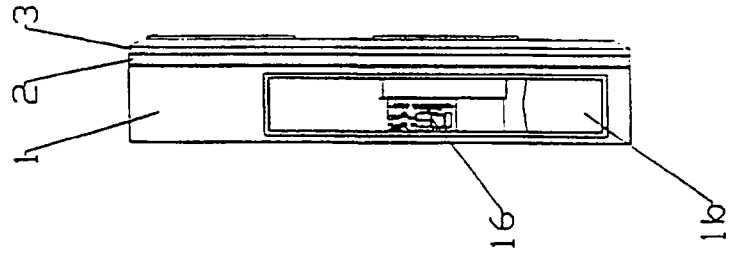


Fig.4

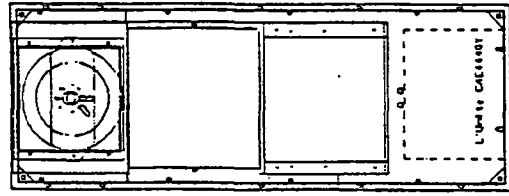


Fig.2

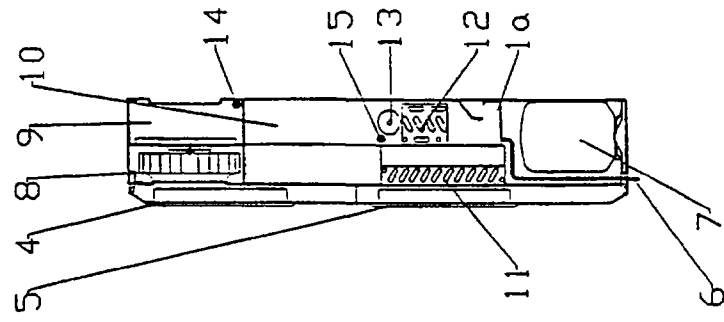


Fig.3

